Estrutura Geológica do Ceará

NOÇÕES ESTRATIGRÁFICAS E GEOGENIA

Th. Pompeu Sobrinho
(sócio efetivo)

I — **Complexo Cristalino.** A mais antiga e a mais vasta formação geológica do Ceará compreende o conjunto de rochas que se convencionou chamar o COMPLEXO CRISTALINO ou FUNDAMENTAL, ou ainda COMPLEXO BRASILEIRO, por isso que constitue o escudo fundamental do território nacional, a base sobre que todos os outros depósitos geológicos posteriores vieram repousar, direta ou indiretamente. É composto sobretudo de gneisses, micaxistos e quarzitos; porem compreende ainda calcáreos sacaróides, granatitos, etc. com numerosas instruções de rochas igneas, básicas.

Nestas camadas de terreno não se encontram fosseis ou restos de seres vivos, sendo de supor que durante o seu longo processo de formação a vida ainda não existia, e por isso a era de sua criação tomou o nome de ARQUEOZÓICA e as respectivas rochas de ARQUEANAS. (1)

No Ceará, o complexo fundamental está descoberto na quase totalidade da superfície do Estado e este extenso afloramento das mais antigas rochas da terra se articula, ao sul, com idêntica séria do Piauí, Pernambuco, Paraiba e Rio-Grande do Norte. As formações arqueanas estendem-se mais ou menos paralelamente à costa brasileira até o estuário do rio da Prata, com estrangulamentos e dilatações de maior ou menor importância.

Formações geológicas mais modernas, em estratos de espessura variavel de alguns centímetros a cerca de mil metros, no Ceará, apenas as cobrem em limitados trechos, como na comprida e estreita faixa litorânea; na zona confinante ocidental e meridional

(1) A ocorrência, nas rochas arqueanas, de certos óxidos de ferro que se acumulam nos terrenos por intermédio de ácidos orgânicos; bem como de grafito (carvão), calcáreo e apatita, levaram alguns geólogos a admitir que, pelo menos nos últimos estágios dessa era, houve vida, embora muito elementar.

do Estado, com depósitos de consideravel espessura, bem como no ângulo nordeste, com uma mancha sedimentar que se desenha entre o Ceará e o Rio-Grande do Norte. No centro do território, pequenas nódoas de outras formações salpicam a vasta superfície, como ilhotas de aspecto diverso, quebrando a monotonia da paisagem arqueana.

Nos divisores de aguas, frequentemente, a rocha nua, mais ou menos quebrada, senão estendida em amplos lagedos ou empinada em serrotes escarpados, por vezes em imponentes e vultosas massas de pedra rija, assinala velhas cristas de montanhas abatidas pela erosão. Em certas regiões, nas planícies sertanejas, não raro se observam restos de camadas rochosas desta era, plantadas verticalmente no solo, formando alinhamentos, mais ou menos extensos, lembrando trechos de paredes de vetustas ruinas.

A direção geral da foliação das rochas cristalinas é O-E, no sul do Estado; logo adiante, para o lado do ocidente, no sertão dos Inhamuns, muda progressivamente para N-E (Waring).

O GNEISSE, que é a rocha mais importante e mais abundante do sistema, apresenta-se de várias cores conforme o teor da biotita, podendo ser bastante claro ou escuro, mas, ordinariamente, é de cor cinzenta, acinzentada ou ligeiramente azulada; muito duro, pouco poroso, profunda e profusamente cortado por veios de quarzo.

A percentagem em feldspato pode ser muito elevada e a mica quase desaparece, daí resultando aspecto que recorda o haloflinto.

Em Quixadá, encontra-se um grosseiro gneisse porfiróide. No baixo Banabuiú, toma a aparência do biotitoxisto e mergulha para SE e S. Em Quixeramobim, há gneisse rico em moscovita, contendo grande quantidade de granada.

As intrusões de rochas eruptivas são abundantes no meio arqueozóico. Enormes massas de granitos, de sienitos e dioritos elevam-se formando cumeadas de serras e serrotes, afloram nas arestas e cristas altas ou repontam em bossas e picos esguios no cimo das montanhas, e, por vezes, isoladamente, no seio das planícies; frequentemente constituem o material de encostas abruptas e nuas, erguendo-se com a forma de enormes e verticais talhados ou vertiginosos despenhadeiros, nos maciços montanhosos; imprimindo então à topografia uma aparência sobremodo acidentada e selvagem, com violentos contrastes, grandes socavas e espigões, arestas e pontas agudas, lagedos planos ou rasgados em grotas, senão partidos em ásperos penedos ou grandes blocos, da mais variada forma, que se isolaram do conjunto comum, tendo muitos deles rolado para o sopé da encosta.

Estas intrusões, como paredões de arrimo, sustentam as ve-

lhas camadas arqueanas que elas mesmas elevaram e protegem contra a erosão, especialmente quando tais camadas se apoiam entre duas séries eruptivas próximas.

Os cursos d'agua da drenagem central dos maciços montanhosos cortam estes colossais muros de arrimo em alguns poucos lugares e, graças à erosão remontante, abrem longos, estreitos e tortuosos vales (serras de Baturité, Santa-Rita, Pereiro, Estevão, etc.). Assim se explica por que muitas das nossas montanhas puderam parcialmente resistir às formidaveis desnudações que nivelaram o território, outrora muito mais acidentado e elevado.

Em várias regiões do sertão, porem, a erosão destruiu quase completamente a cobertura arqueozóica ou proterozóica e só restam os esqueletos descarnados, o cerne das velhas montanhas que não lograram conveniente ou eficaz proteção das rijas rochas ígneas. Estes restos, reliquias veneraveis, por ventura de colossais montanhas, se alinham em serrotes ou pequenos montes de rocha nua, penhascos ou monólitos monstruosos, e, de ordinário, emprestam à paisagem aspectos bizarros, formas grotescas e magnificas perspectivas.

Em Quixadá, a rocha eruptiva é um sienito de textura grosseira, por vezes de aparência porfiróide, cortado e recortado por numerosos diques de pegmatita e de ortolito. A leste de Baturité (Serra-Aguda), forma uma grande bossa de diorito, que, lembrando as ruinas de uma grande torre medieval, se alteia imponente no seio da planicie, baliza monstruosa visivel a muitas leguas de distância.

II — **Era proterozóica.** Sobre as camadas do complexo cristalino, em estratificação discordante, se acamam os depósitos sedimentários do terreno **algonquiano, correspondentes à era proterozóica.**

No Ceará, os estratos de terreno, depositados nesta **era,** estão reduzidos a insignificantes despojos do que foram outrora; tais restos, abrigados dentro de reintrâncias, no seio dos depósitos arqueanos, quando não formam pequenas e alongadas serras, ou modestas elevações, que se distribuem por muitos recantos do espaço fundamentalmente ocupado pelo complexo brasileiro.

Ao sistema algonquiano do Nordeste, já hoje bem caracterizado, os geólogos denominaram "Série do Ceará".

Há ocorrência desta interessante série no Maranhão e Pará, bem como no sul do Brasil, sobretudo, onde constitue poderosos depósitos altamente mineralizados, com o nome de "Série de Minas".

A "Série do Ceará" é formada por calcáreos laminados, filitos, hidromicaxistos, quarzito biotitico e micaxistos. Estes, em mui-

tos lugares, foram transformados pelo metamorfismo de contacto em leptinólitos e quarzitos feldspatizados.

O metamorfismo oferece graus diferentes de intensidade, podendo, num estado de grande feldspatização, dar ao quarzito biotítico o aspecto de um gneisse. Por isso, na ausência das camadas calcáreas, que são muito específicas, ou dos xistos argilosos, pode ser difícil a diagnose ou diferenciação entre os depósitos algonquianos e arqueanos do Ceará.

Os calcáreos são de granulação fina e textura mais delicada do que os do arqueano, e se mostram visivelmente estratificados.

O quarzito sericítico (itacolomito) é ordinariamente uma rocha leucocrática, mas, quando o feldspato róseo torna-se abundante, aparece uma cor amarelada; pode, entretanto, ser cinzento e até relativamente escuro, se o quarzito original é um biotitoxisto.

O leptinólito oferece coloração variavel com a da rocha primitiva de que se originou; um biotitoxisto escuro, pela imbibição feldspática, resulta num leptinólito melanocrático.

Exemplo típico e facilmente observavel desta importante série geológica encontra-se no lugar Orós (Luciano de Morais).

Ordinariamente, nem toda a série lítica referida se apresenta completa; todavia, os quarzitos nunca faltam.

Atualmente, a distribuição dos terrenos algonquianos do Ceará está ainda muito longe de ser bem conhecida.

Indicaremos apenas as ocorrências mais bem caracterizadas, geralmente com limites indeterminados.

As rochas cearenses desta remota era aparecem em pequenos serrotes a leste da serra do Pereiro, na linha extremante com o vizinho estado do Rio-Grande do Norte, e em trechos desta mesma serra. Revelam-se de um e outro lado do Riacho-dos-Porcos, no extremo sul do Estado.

Aparecem em alguns pontos dos municípios de Aurora e Lavras, no vale do rio Salgado, bem como numa longa faixa ao sul do Iguatú, acompanhando o curso do rio Cariús, a qual se abre em dois ramos, de que um se encaminha para leste, ao sul da serra de São-Pedro, e o outro, para oeste, ao sul da serra do Quincuncá. Mostram-se na serra dos Orós e daí se prolongam para o sul, até alem do lugar Estreito, e ainda para o norte, numa longa série de serrotes (dos Tanques, da Porca-Magra, do Junco, do Chapéu, do Selado, do Mato, do Boqueirão, da Passagem, dos Tanquinhos, do Pai-João e das Pedras-Brancas). Em vários trechos, este cordão algonquiano se expande pela planície; e a rocha característica se revela a distância consideravel, como em alguns recantos da vertente sul do rio Tapuiará. Provavelmente, esta formação ainda prossegue para o

norte, sensivelmente na mesma direção, assinalada pelas elevações e serrotes baixos que dividem as aguas dos rios Sitiá e Pirangi, a oeste, das do rio Palhano, a leste (serrote das Furnas, da Pedra-Branca, dos Olhos-d'Agua, dos Banhos e de São-Felix). A Série do Ceará foi reconhecida nos municipios de Quixeramobim e Senador-Pompeu, nos lugares Boqueirão e Patú; nas serras de Baturité, Machado e das Matas, sendo especialmente bem definida numa ampla região, no município de Santa-Quitéria, no serrote do Céu, serrote do Gavião, serra das Trincheiras, bem como no vale dos riachos Olho-d'Agua e Boa-Vista, de onde examinamos excelentes amostras de material litico. Aflora tambem em certos pontos que circundam o maciço granítico da Meruoca e nas encostas da serra da Ibiapaba, no seu extremo norte e nordeste, sob a forma de serrotas alongadas, formando dobras paralelas (serras do Itacolomi, São-Joaquim, Timbauba, Andiroba, etc.). Ao norte desta região, na planicie que se estende pelo vale inferior do rio Timonha, ergue-se um modesto espigão, onde se encontram camadas de itabirito, contendo magnetita e hematita, que indicam a existência de depósitos algonquianos.

Os terrenos da era proterozóica, no Ceará, ou mais geralmente no Nordeste, ocupam área muito mais extensa do que ordinariamente se julga; pesquisas sistemáticas, de certo, poderão revelar isto e provar que os seus remanecentes, preservados das grandes erosões, tem notavel importância, embora se não possam comparar aos de Minas-Gerais. (2)

Ali, a ersoão não chegou a destruir completamente, como aqui, as formações cambrianas que, possivelmente, cobriam e de certo modo protegiam aqueles terrenos. A mineralização dos depósitos algonquianos cearenses deve ser, por isso, inferior à mineira. Entretanto, como veremos adiante, possuimos bons indicios de excelentes jazidas de metais nobres e valiosos minerais, encaixadas nas dobras e leitos das camadas algonquianas. No fim desta era, sobreviera o chamado diastrofismo uroniano, com as suas violentas comoções, que produziram montanhas, quebrando, dobrando, amarrotando e metamorfoseando o escudo brasileiro. Certamente, este diastrofismo concorreu, direta e indiretamente, para a abundante

(2) Os sedimentos algonquianos, dada a extraordinária duração dessa *era*, calculada em 600 milhões de anos, deviam ser enormes. As reduzidas relíquias dos depósitos, no Nordeste, indicam que a ação demudadora dos agentes da dinâmica externa foram muito poderosos e operaram por tempo muito dilatado; indicam tambem que os estratos arqueanos estiveram emergidos das aguas e a descoberto de outros mais modernos durante muitos milhões de anos.

mineralização dos terrenos mais antigos que atingiu. Podemos, com bons fundamentos, admitir que parte importante das nossas jazidas minerais provenham de tais circunstâncias. (3)

III. — As formidaveis **denudações** que descobriram os terrenos arqueanos e algonquianos, no Ceará, varreram os estratos que por ventura se tinham formado nos quatro primeiros periodos da **era paleozóica.**

Entretanto, pesquisas cuidadosas poderiam talvez revelar exíguos remanescentes de rocha cambrianas e ordovicianas. (4)

Quanto às formações carboníferas, está definida a existência de camadas marinhas do uraliano no Piauí; e bem assim, do vesfaliano, numa sequência que os geólogos chamaram "Série do Poti", do nome de um rio, afluente do Parnaiba, mas cujas cabeceiras estão em território cearense. A "Série da Serra-Grande" é atualmente referida ao carbonífero, por isso que mergulham as suas camadas por baixo das camadas permiano-carboníferas da "Série do Piauí".

A Serra-Grande, ou da Ibiapaba, é uma extensa chapada, interposta nos confins dos estados do Ceará e Piauí, que se eleva de 900 a 1.000 metros acima do nivel do mar. Do lado cearense, cai em empinada escarpa pétrea, vertical ou quase vertical, medindo em alguns pontos 700 metros de altura. Do lado piauiense, a chapada baixa lentamente e vai morrer nas margens do Parnaiba. No extremo sul deste maciço, as camadas sedimentárias se adelgaçam e acabam por desaprecer, deixando a descoberto rochas cristalinas, xistos e gneisses. No extremo norte, cerca de 35 quilômetros do mar, os depósitos paleozóicos apoiam-se sobre o terreno algonquiano e em poderosas intrusões de diábase. Na altura de 5° de latitude S., o corpo da montanha foi cortado transversalmente pelo boqueirão do rio Poti, que lembra o aspecto de um **canion.** Aí, no fundo do vale, tambem repontam rochas gnêissicas, em certos trechos, pelo que parece provavel que grande parte das rochas carboniferas repousa sobre terrenos muito mais antigos.

A disposição das camadas líticas da **série,** segundo Small, no lado do Piauí, é, de baixo para cima: sobre a rocha cristalina, um

---

(3) Sabe-se que três grandes revoluções, elevando montanhas, tiveram lugar na era proterozóica; a mais notavel delas, porem, foi a última a que nos referimos.

(4) A era proterozóica sucedeu a *paleozóica*, com os seus seis períodos, cambriano, siluriano, devoniano, carbonífero e permiano. A duração deste estágio da vida da terra é avaliada em 320 milhões de anos, e, no descanso desse tempo, a crosta terrestre foi abalada por duas importantes revoluções.

estrato de arenito do Jaboti (permiano), coberto por uma delgada camada de folhelhos que alcançam, no leito superior, a cota de 125 metros (sobre o nivel do mar). Segue-se, até a cota 250, outra camada de arenito (de Campo-Maior), a que se sobrepõe ainda outra, com cerca de 150 metros de espessura, de arenito conglomerático, em falsa estratificação, atingindo a cota 400. Finalmente, vem a camada superficial da chapada, espessa de 600 a 700 metros, de um arenito acinzentado e calcáreo. Numa escarpa vertical, perto do lugar Ibiapina, lado do Ceará, a camada inferior, de arenito calcáreo, conglomerático, assenta sobre extenso banco de diábase, em adiantado estado de decomposição; as camadas seguintes são de arenito calcáreo mais fino, sobremontadas por um arenito duro, pouco calcáreo, que suporta estratos de folhelho calcáreo, e sôbre os quais repousa o capeamento, muito espesso, de arenito cinzento e calcáreo. Um pouco ao norte deste ponto, abre-se a célebre gruta de **Ubajara**, na encosta, cavada num poderoso banco de calcáreo.

Das formações permianas no Ceará, somente se conhece um pequeno depósito, situado ao longo da margem direita do rio Acaraú, do serrote da Rola para o norte, até o lugar Chora, ou um pouco mais alem, com largura aproximada de uma legua.

IV. — A **era mesozóica** não tem representantes dos seus dois primeiros periodos (triássico e jurássico) no Ceará (5). O cretáceo, porem, está pujantemente representado no sul do Estado, constituindo as suas camadas o enorme maciço da serra do Araripe. A chapada desta serra eleva-se à altura de 900 a 1.000 metros acima do nivel do mar e estende-se por 180 quilômetros na direção aproximada de O-L, com a largura média de 45 e extremas de 25 e 60 quilômetros. As camadas cretáceas devem medir cerca de 700 metros de espessura.

Estes depósitos, de origem marinha, constam de uma primeira camada de arenito cinzento ou acinzentado, repousando diretamente sobre os xistos cristalinos, com espessura que vai de 50 a 75 metros, contendo seixos de quarzo branco, de um a três centimetros de diâmetro. Acima desta, arruma-se uma camada de arenito vermelho, de 100 a 150 metros de espessura, no seio da qual abundam fragmentos de madeira silicificada e se intercalam del-

(5) A era mesozóica continua a cadeia das formações geológicas. Durou cerca de 125 milhões de anos, e, nesse tempo, a terra não experimentou comoções importantes. Mas, logo no limiar da seguinte era, *cenozóica*, o continente sul-americano foi violentamente abalado e modificado por uma grande revolução, que fez surgir a colossal cadeia dos Andes e abateu o escudo brasileiro, fazendo-o mergulhar nas profundezas do oceano.

gados estratos de um folhelho preto e betuminoso. Restos destas camadas de arenito conglomerático, facil de reconhecer, ainda capeiam alguns serrotes e morros do vale do Cariri, mostrando que a formação se estendia alem dos limites agora traçados pela montanha. Por sobre este arenito está a camada de calcáreo, dito **calcáreo de Santana**, com a espessura de 75 a 100 metros, contendo concreções que encerram peixes fosseis, já bem estudados. Finalmente, segue-se a camada superficial da chapada, de arenito vermelho ou avermelhado, mole, na parte inferior falsamente estratificado, com a espessura de 350 a 400 metros.

Sendo o arenito muito permeavel, as aguas pluviais, ao cairem no solo da chapada, são imediatamente infiltradas e vão acumular-se no bojo da montanha, de onde jorram em numerosas fontes perenes na escarpa voltada para o norte, em nivel um pouco superior ao do leito mais baixo da camada absorvente. Este horizonte d'agua, na altitude de 650 metros, tem grande importância econômica para o fertil vale do Cariri.

As formações cretáceas, no Ceará, porem, não se restringem à serra do Araripe. No extremo oriental do Estado, limites com o Rio-Grande do Norte, existe um depósito sedimentar, sobre xistos arqueanos, constituindo a serra ou chapada do Apodí. Trata-se de um planalto de pequena altura, formado por delgada camada de arenito (arenito do Açú), que apenas mede 24 metros de espessura, assente diretamente no terreno primitivo, e da grossa camada de calcáreo sobreposta à primeira, com cerca de 200 metros de grossura, rica em fosseis caracteristicos. Capeando o maciço, uma camada de calcáreo, argila e arenito oferece especificação diversa, devendo ser referida à era cenozóica.

Como no calcáreo do Araripe, o do Apodí encerra importantes afloramentos de gipsita.

Foram tambem reconhecidos terrenos cretáceos na região do Iguatú, em torno da cidade, formando uma bacia isolada, com a espessura provavel de 100 a 150 metros. Constam de arenito, mas apresentam vestígios de calcáreo. As camadas do arenito repousam diretamente sobre as do xisto cristalino.

Em presença de certos elementos de ordem litológica e geográfica, é licito supor que a bacia cretácea do Iguatú, outrora, tivesse ligações diretas com a do Rio-do-Peixe, na Paraiba, a qual se estende para oeste, até que interessa ligeiramente o território cearense, perto da vila de Umarí, no municipio de Baixio. É tambem possivel uma antiga relação com as formações da serra do Araripe (L. Morais).

V. — **A era cenozóica** no Ceará, malgrado a ausência de fos-

seis, está razoavelmente bem definida, mercê de considerações petrográficas e estruturais. As formações terciárias cobrem uma extensa zona costeira, de um ao outro extremo do litoral, com a largura variavel de 3 a 60 quilômetros. Constam de sedimentos de argilas de cores diferentes, mas sobretudo amarela, e de arenitos moles, avermelhados, amarelados, arroxeados ou de tons variegados, a que, por vezes, se associam xistos micáceos de fraca resistência. Os estratos, que mergulham docemente para o lado do mar, devem ser referidos à "Série das Barreiras". Esta curiosa série vem pelo litoral, desde o estado do Rio-de-Janeiro, e penetra pelo rio Amazonas até o coração do Continente. Na costa do município de Camucim e particularmente na do Aracati, as barreiras se alteiam em escarpas, cujo sopé as vagas solapam, abrindo verdadeiros alpendres, mais ou menos acentuados.

A espessura dos depósitos cenozóicos da costa brasileira é muito variavel, pode atingir a mais de um milhar de metros; mas, no Ceará, provavelmente não excederá 500 metros.

Há motivos ponderosos para crer que as formações desta era foram muito extensas e chegavam a cobrir grande parte da atual superfície do Estado, constituindo uma enorme planície ligeiramente inclinada para o oceano, desde o extremo sul (Araripe).

Uma tal planície devia cobrir tambem a maior porção (senão toda ela) da superfície do vizinho estado do Rio-Grande do Norte e parte importante da do estado da Paraiba.

Realmente, é opinião bem aceita que o capeamento arenítico da chapada do Araripe, e os dos cimos de algumas serras sertanejas estruturalmente arqueanas, como a de Baturité, do Machado, do Pereiro, do Jatobá, etc., no Ceará, e Martinz, Queimadas, Cuité, Brandões, Coruja, Japi e várias outras, no Rio-Grande do Norte e Paraiba, é contemporâneo das formações cenozóicas do litoral. Reforça a hipótese o fato de, igualmente, ser terciário o capeamento da chapada do Apodí.

VI. — Na **era psicozóica ou quaternária**, a atividade geológica no Nordeste, como, em geral, no Brasil, estampa-se: 1.º) nos depósitos mais ou menos importantes de origem continental, de fraca espessura; 2.º) nas erosões de carater fluvial; 3.º) nas formações marinhas ou litorâneas, dunas, restingas, depósitos de diatomitos, etc., e 4.º) finalmente, nas formações coralinas e dos arrecifes costeiros.

Devemos, entretanto, considerar o período **plistocênico** ou dos grandes mamíferos extintos, relativamente bem representado no Ceará, e o período **holocênico** ou recente, que ainda se processa às nossas vistas.

A numerosa fauna de grandes mamíferos que viveu no Nordeste, como em enormes extensões do Brasil e nos Pampas, constitue um curioso capítulo da nossa geologia. No Ceará, os restos dos gigantescos animais são encontrados com impressionante frequência, quase por toda parte.

Estes despojos são ordinariamente ossadas que, em geral, se alojam dentro de tanques naturais, soterrados, abertos nos sopés de serrotes de pedra ou no fundo lodoso de antigas lagoas.

Os depósitos correspondentes se dizem, então, **formações de Tanques** ou de Cacimbas, pois foi desentulhando tais aberturas do terreno para recolher a agua das chuvas ou abrindo cacimbas no fundo das lagoas ou ipueiras que se depararam os fosseis.

De certo, ao tempo em que viviam esses grandes mamíferos, era em tais lugares, que, durante o rigor dos verões, se conservavam as últimas aguas da estação, atraindo para elas os animais sedentos.

Aí, estes animais de enorme porte caíam por vezes dentro dos tanques, onde, não podendo sair, morriam; ou se atolavam na vasa das lagoas, que sepultavam os seus grandes corpos. É provavel que, em certos casos, as ossados foram arrastadas pra as depressões do terreno, pra o fundo das ipueiras e lagoas, pelas enxurradas.

Convem frisar que esta formação quaternária corresponde à dos terrenos pampianos, do rio da Prata.

Os mamíferos extintos, encontrados no Ceará, como os daquela região e os das cavernas de Minas-Gerais, tinham porte gigantesco, e de entre eles tem sido reconhecidos o **Cuvieronius humboldti**, o **Megaterium americanum**, um **Panchtus**, provavelmente o **P. oliveiraroxoi** (Cast.).

A distribuição dos achados fosseis desta natureza, neste momento, é a seguinte: municipio do **Frade**, na lagoa do Coronel, onde as ossadas se encotram em grande profusão a dois ou três metros de profundidade; **Jaguaribe-Mirim, Baturité, Crato, São-Francisco da Uruburetama**, na lagoa da Ripina, perto de Santa-Cruz; **Quixadá**, dentro de um tanque no sopé do serrote do Cemitério, e no lugar Boa-Agua, tambem em um tanque aberto num lajedo quase à flor do solo; **Cascavel**, no lugar Sucatinga; **Quixeramobim, Maria-Pereira**, no fundo da lagoa de São-Pedro; **Limoeiro, Saboeiro, Tauá**, na lagoa de Santa-Catarina, no sítio Coronzó, perto da escarpa da Serra-Grande, e no lugar Timbauba; **Assaré**, perto do lugar Santana, no sul do municipio; **Massapê**, na lagoa da Canafistula, **Ruças**, num tanque cavado numa laje rasa, perto do lugar Croatá; e, finalmente, no município de **Guaraní**, na lagoa do Ipú. Não há dúvida que,

em muitos outros recantos do Estado, poderão ser achados fosseis desse período geológico.

No Brasil, recifes de coral acompanham, com várias interrupções, a costa, desde o sul do estado da Baia, na altura dos Abrolhos, e vão até perto da foz do rio Amazonas. No Ceará, estas formações não oferecem grande importância, mas as duas formas clássicas estão representadas (recifes em barreira e recifes em franja). Os recifes são compostos de areia quarzosa, unida por um cimento de carbonato de cal. Os corais crescem sobre estas bases e assim elevam os arrecifes ou fá-los avançar, mar a dentro.

Outra formação plistocênica da costa, notavelmente valiosa no Ceará, é a de **diatomitos**, no fundo das lagoas que acompanham a praia. Geralmente, estes depósitos constam de uma camada de argila humosa, superficial, negra, sem óxido de ferro e relativamente pobre em diatomáceas; segue-se outra camada, de espessura variavel, contendo pouca ou nenhuma argila, por tanto de diatomito quase puro. Uma das regiões costeiras particularmente rica é a do municipio da Capital, onde os tijolos da maioria das construções de alvenaria são de diatomitos mais ou menos puros.

Quanto às formações referidas ao periodo **holocênico**, importa distinguir os depósitos terrestres, aluviões fluviais, correspondentes às formações de "coroas" e de "várzeas", e os depósitos costeiros das "dunas".

Estas acompanham a fimbria do mar em toda a extensão da costa, formando algumas vezes morros que a vegetação fixa naturalmente e depois se consolidam. No Ceará, as dunas movem-se em direção sensivelmente irregular, conforme o sentido do vento reinante, ao longo do mar, no rumo geral de leste para oeste. As areias, durante o verão, acumulam-se nos estuários dos rios, obstruindo-os mais ou menos completamente ou desviando-os, comumente para oeste. No primeiro caso, quando sobrevem a estação das chuvas e os rios defluem, formam-se lagos costeiros de precária conservação, efêmera existência, mas, frequentemente, de grande capacidade (Cátú, Juá, etc.). No segundo caso, o rio cava o seu estuário ao longo das dunas vultosas, ordinariamente para a esquerda, até achar uma saida facil, que transpõe, para lançar as suas aguas no mar. Os exemplos mais interessantes são os dos rios Pacotí, Malcozinhado, Mundaú e Timonha.

Os materiais transportados pelas correntes fluviais, quando o rio transborda e espraia as suas aguas lodosas, lateralmente, por insuficiência do leito menor, depositam-se nos terrenos cobertos pela represa, em virtude da diminuição da velocidade. Esta deposição se faz da seguinte maneira: o material relativamente grosso,

grãos de areia, cascalho fino, etc., de suspensão mais dificil, precipita-se em primeiro lugar, antes do material fino e vasoso, formando assim, um pouco alem das margens do curso d'agua, acumulações alongadas, sílico-argilosas, permeaveis, de consistência fraca e relativamente humosas; são as COROAS. O material tênue, fino, que se mantem em suspensão por longo tempo, deposita-se alem das coroas, para os lados ou ilhargas, lentamente, para constituir ou engrossar as VÁRZEAS argilosas e notavelmente planas. Este terreno, muito rico em argila e humo, é de cor escura, impermeavel, e, no correr do estio, com a evaporação da umidade, fendilha-se superficialmente numa vasta rede de pentágonos.

As coroas constituem, em geral, um cordão de nivel mais elevado do que as várzeas próximas, e, por isso, durante as cheias pequenas ou médias, ficam emergindo das aguas. Dai, provem a sua denominação. Concorrem para a formação de lagoas que se alinham nas várzeas, acompanhando o leito dos rios, especialmente notaveis no curso médio ou inferior.

O solo das lagoas é da mesma natureza do das várzeas, salvo quanto ao teor de humo, que pode ser ainda mais elevado; neste caso, a coloração escura natural torna-se mais carregada.

No Ceará, os maiores depósitos aluviais se encontram no vale médio e baixo dos rios principais, notadamente nos do rio Jaguaribe, onde tomam grandes proporções, e no do rio Acaraú.

A destruição das matas ciliares, nos barrancos e nas coroas marginais dos rios, é a responsavel mais importante pelo progressivo desaparecimento de enormes e ricos depósitos dessas aluviões, preciosas pela sua fertilidade. Desprotegidas contra a ação erosiva ou degradante da corrente fluvial, são, pouco a pouco, destruidas, e o material resultante, apanhado pelo rio, é levado, para diante.

VII — **Geogenia do território cearense.** Conquanto haja ainda muitos pontos obscuros no problema geológico brasileiro e, em particular, no do Ceará, os fatos já definitivamente conhecidos e assentados e as hipóteses bem autorizadas, desses mesmos fatos decorrentes, permitem, sem grande temeridade, o delineamento de uma idéia sintética, geral e sistemática, capaz de coordenar num largo esboço as grandes vicissitudes do processo geogênico do território cearense.

Quando a crosta terrestre esfriou suficientemente para que o vapor d'agua se pudesse condensar, e sobre as rochas primitivas, ainda quentes, deslizaram formidaveis correntes liquidas, provavelmente no sentido dos polos para o equador, constituiram-se os primeiros mares. Á proporção que as aguas precipitadas se acumulavam no fundo das depressões naturais, a superficie emergida da

crosta diminuia, e é bem possivel que tenha chegado a desaparecer completamente; mas tambem se pode admitir que ilhas repontavam solitárias em certos lugares, expondo à ação direta e altamente destruidora da atmosfera as suas rochas primitivas.

As ações e reações físicas, nesse remotíssimo período, deviam ser enormes e intensas; delas resultaram as deposições dos primeiros sedimentos e a consequente constituição das rochas arqueanas. É facil compreender que tais rochas estavam naturalmente sujeitas a toda espécie de modificações, mecânicas e químicas, próprias do metamorfismo compativel com as circunstâncias de então.

O arcabouço dos primeiros continentes aparecera e o escudo **Equatorial** ou **Indo-Afro-Brasileiro** desenhou-se à luz do sol, surgindo das aguas primitivas.

É muito provavel que o espaço agora ocupado pelo Ceará e pela maioria do Nordeste fizesse parte integrante desse escudo fundamental do território do Brasil.

Então, a vida eclodira rudimentar, mas profusamente, nas aguas marinhas; só muito mais tarde, invadira a terra firme.

Durante certo período da **era proterozóica**, o mar invadiu o território nordestino e, no fundo das aguas, se formaram os enormes depósitos algonquianos, da "Série do Ceará", cujos restos deparamos, agora, em muitos lugares, como vimos. Antes, porem, que o mar tivesse coberto as terras cearenses, um longo período intermédio sucedera, em que se processaram enérgicas e profundas erosões, que arrasaram montanhas. Foi, certamente, com este material que se constituiram os estratos da "Série do Ceará".

No fim desta era, o diastrofismo huroniano produziu grandes modificações no escudo brasileiro, o qual, já então, suportava a carga formidavel das camadas algonquianos em toda sua plenitude. Apareceram consequentemente grandes alterações de ordem tectônica ou estrutural, acompanhadas de modificações importantes de natureza química. Dobras, falhas, deslocamentos revolveram e amarrotaram as camadas algonquianas e em parte as soterraram em cunhas, no interior das camadas do complexo fundamental.

A revolução huroniana é, certamente, responsavel pela larga e abundante mineralização dos antigos terrenos. Em Minas-Gerais, como no Ceará, as principais jazidas de minérios valiosos provem desse tempo recuado. Ao diastrofismo caledoniano, no começo da era seguinte, que tambem interessou a esta região, devem-se ainda estimaveis processos de mineralização no Nordeste.

Profunda e extensamente metamorfoseados, os sedimentos proterozóicos tomaram o aspecto estrutural que, com pouca dife-

rença, ainda agora conservam, e, ao mesmo tempo, perderam os vestígios da vida característica que pululava naquela ocasião, ainda muito rudimentarmente.

Não se pode com segurança saber se houve no fim desta era uma regressão do mar, nas nossas plagas, descobrindo o atual território do Estado. O fato de se não terem achado restos de formações cambrianas, ordovincianas e devonianas no Ceará leva, contudo, a duas hipóteses. O mar continuou cobrindo o âmbito territorial da região durante a era paleozóica, pelo menos no decurso dos primeiros períodos, sobrevindo, então, uma regressão oceânica, que durou o espaço de tempo suficiente para que a erosão tivesse destruido, não só as camadas paleozóicas, como tambem a quase totalidade das algonquianas, reduzindo-as a pouco mais que os atuais despojos. É possivel, porem, que a regressão marinha haja ocorrido no fim da era proterozóica e o território do Estado se tenha mantido descoberto até o período devoniano, inclusive, sujeito, durante tão dilatado espaço de tempo, a uma denudação capaz de destruir a maior parte dos estratos algonquianos.

Neste caso, nunca tivemos sedimentos correspondentes àqueles períodos.

Esta hipótese é a que nos parece mais razoavel.

O geólogo Katzer julga que, no ourso do devoniano, existia um raso mar entre o continente Guiano-Cearense, a nordeste, e um outro continente a sudeste, localizado a oeste do Chile meridional e da Patagônia.

Todavia, é certo que no decurso do período carbonífero superior, o mar cobria um trecho do Ceará, do norte do Piauí, Maranhão e Pará.

O resto do território devia, nesse tempo, fazer parte integrante do célebre continente Brasílio-Africano ou de "Gondwana", que ligava a América meridional à África, a parte da Índia e à Austrália.

Ainda, durante o período seguinte (permiano), o mar afogava um certo trecho do norte do Ceará, como demonstram os restos, aliás exíguos, dos sedimentos permianos da serrota da Rola, perto de Santana do Acaraú.

Por tanto, na aurora da era mesozóica, o território cearense em grande parte compunha pequeno trecho do continente de "Gondwana", exposto a grandes e duradoiras denudações: somente um recanto, ao nordeste, estava sob as aguas do mar.

Á superfície da terra firme, já afloravam em larga escala as rijas rochas do complexo fundamental, apenas interrompidas pelas manchas mais ou menos largas dos terrenos algonquianos e imponentes cabeços de rochas eruptivas.

Os movimentos orogênicos que tiverem lugar na era paleozóica, do vesfaliano até o fim do permiano, conhecidos por **hercinianos**, certamente não se manifestaram nesta região, conquanto hajam produzido grandes montanhas na América do Norte.

No decorrer das épocas triássica e jurássica, subsistira o continente Equatorial, ligando, então, o Brasil somente à África. Este continente havia mesmo sido acrescido, no Ceará, ligeiramente, pela emersão da zona, onde, ao tempo do período carbonífero e do permiano, tiveram lugar os depósitos correspondentes da Serra-Grande ou Ibiapaba e os do serrote da Rola, atrás referidos, compreendendo o nordeste do Estado e os confins ocidentais, nas extremas atuais com o Piauí.

Daí por diante começa a desagregação de "Gondwana", acarretando notaveis modificações na face desta parte do mundo. Deu-se uma grande transgressão marinha, interessando o Ceará, Piauí, Maranhão, etc. No Ceará, é provavel que a maior parte do território tenha sido submergida. Seguramente, toda a zona sul, até aquem do Iguatú, uma larga faixa a leste, compreendendo importantes trechos do atual vale do rio ou vale inferior do Jaguaribe, e, possivelmente, a região limítrofe com o Piauí.

Naquela ocasião, a terra cearense devia limitar-se a uma grande ilha, cujo perímetro ainda não foi possivel determinar; talvez, em lugar de uma única ilha, fossem várias, por ventura mesmo um arquipélago.

Decorria então o período cretáceo, o último da era secundária.

Grande porção do território atual, coberto pelo mar, acumulava sedimentos consideraveis, de que são apenas escassos restos o maciço do Araripe, e as formações vizinhas de carater estratigráfico, a pequena bacia do Iguatú, o delgado substrato do Apodí e quiçá o capeamento arenítico da serra da Ibiapaba.

É de crer que, no fim deste período, tivesse ocorrido uma regressão do mar, de curta duração, interessando trechos do nosso território, logo, porem, seguida de uma grande transgressão que veio novamente mergulhar toda ou quase toda a superfície do Estado no oceano. Todavia, não se pode ter certeza de que esta transgressão, sobremodo duradoira, se tivesse realizado logo no fim do cretáceo ou nos meados da era seguinte (terciária). Os depósitos resultantes deviam ser consideraveis em extensão e em espessura, porem pouco coerentes.

Segundo a autorizada opinião dos geólogos Derby e Hartt, o continente sul-americano, devido a erupção dos Andes, foi deprimido de tal modo que as aguas oceânicas invadiram as vastas regiões

ocupadas pelos planaltos do Brasil e das Guianas, dando lugar à formação daqueles depósitos cenozóicos.

Mais tarde, ainda no decurso da extensa era, o continente foi novamente surgindo, com o escoamento rápido das aguas. O mar retirou-se com rapidez e até com alguma precipitação e violência, recuando para o norte e para o nordeste do Ceará, dando origem a grandes erosões, tanto mais destruidoras quanto de menor resistência era o material terciário recentemente depositado que vinha de emergir.

Quando o oceano conseguiu suficiente estabilidade e a linha da costa se definiu, somente restavam dos poderosos ou volumosos estratos cenozóicos, que cobriam todo ou quase todo o espaço agora formando o estado do Ceará, as camadas litorâneas, o fino capeamento da serra do Apodí e de algumas antigas montanhas do interior (Baturité, Jatobá, etc.). Pode admitir-se com bastante verosimilhança que o capeamento da chapada do Araripe seja contemporâneo do daquelas serras que pontilham os sertões do Nordeste, e tenha, como muitos deles, subsistido à grande denudação, mercé de circunstâncias ainda mais conhecidas. Tudo o mais fora varrido pelas aguas correntes na sua precipitada retirada, e levado para o seio do Oceano. Nesta monstruosa enxurrada, alem do material terciário, pouco coerente, foi tambem erodido parte do terreno que lhe era subjacente, embora muito mais resistente. Este material devia ser cratáceo, carbonifero, permiano, algonquiano e até arqueano.

As aguas, precipitando-se do interior das terras para o mar, abriram os vales nesta direção, naturalmente com os desvios, as voltas ou os estirões devidos aos acidentes tectônicos que já haviam substruturado as grandes linhas de geografia física do Brasil.

Desde então se desenharam os largos traços da fisiografia cearense; os acidentes geomórficos foram tomando o aspecto que lembrava o atual.

As atividades geológicas de maior eficiência passaram a ser, daí por diante, as erosões fluviais e as deposições plistocênicas que arquitectaram, nos seus detalhes, os nossos vales e abriram os leitos dos rios principais com os seus maiores afluentes; escalvaram, nos lugares mais expostos, as serras e montanhas, ao mesmo tempo que construiam os terrenos coluviais em derredor das elevações.

A erosão remontante caminhava ativamente, recuando as nascentes dos cursos d'agua. Algumas capturas tiveram lugar, modificando a direção primitiva de certos trechos de rios. O exemplo mais interessante é a captura do alto Acaraú pelo rio Itaim ou Poti, afluente do Parnaiba.

Por esse tempo, ainda os vales de alguns grandes rios não

haviam cortado completamente os diques transversais de rocha dura que os barravam, dando lugar a um represamento d'agua mais ou menos importante.

Vê-se que, certamente, uma cadeia de pequenos lagos ou lagoas assinalava o leito de alguns rios, em cujo fundo se depositava o limo das aguas, soterrando, por vezes, a ossada de grandes mamiferos que viveram no começo do plistocênio.

Mais tarde, a erosão, trabalhando os pontos de menor resistência, rompeu os diques ou barragens naturais, desfazendo as represas e pondo a descoberto os depósitos lacustres, por vezes tão planos como a tábua de uma mesa. A corrente fluvial, logo tomou a si o encargo de destruir tais formações, abrindo nelas os seus leitos, com caprichosos meandros, não o fazendo, entretanto, por completo.

Ao longo das costas, nos lugares mais resistentes, as vagas solaparam o pé das barreiras de arenito, formando algumas vezes curiosos alpendres. Porem o trabalho mais interessante, na costa, é o da edificação dos recifes e formações coralinas.

Animais de grande porte, como referimos, percorriam os nossos campos, mas já as irregularidades do clima ocasionavam grandes estiagens, que faziam desaparecer as aguadas comuns e, desse modo, eram fatais aos gigantescos mamíferos.

Em ocasião que ainda se não pode fixar, raças humanas ocuparam o território do Ceará e os dos estados vizinhos.

Ao começar o periodo holocênico, a geografia física desta região já era sensivelmente a que aquí encontraram os conquistadores europeus, ou esta que vimos modificando com os açudes ou lagos artificiais, caminhos, cidades, campos de aviação, portos, etc.

Autores consultados: R. Crandall, H. Small, R. Sopper, G. Waring, A. Williams, Oliveira Roxo, F. Katzer, G. de Campos, E. P. Oliveira, S. Lisboa, J. C. Branner, O. Derby, J. L. Agassiz, C. F. Hartt, G. Capanemas, O. R. Albuquerque, Morais Rego, Djalma Guimarãis, Glycon de Paiva, S. F. Abreu, H. Morais, e, finalmente, numerosas notas do Autor.